

## WICK AND THIN PLANAR HEAT PIPE

Publication number: JP2001147084

Publication date: 2001-05-29

Inventor: NODA HAJIME

Applicant: FURUKAWA ELECTRIC CO LTD

Classification:

- International: F28D15/02; F28D15/02; (IPC1-7): F28D15/02

- european:

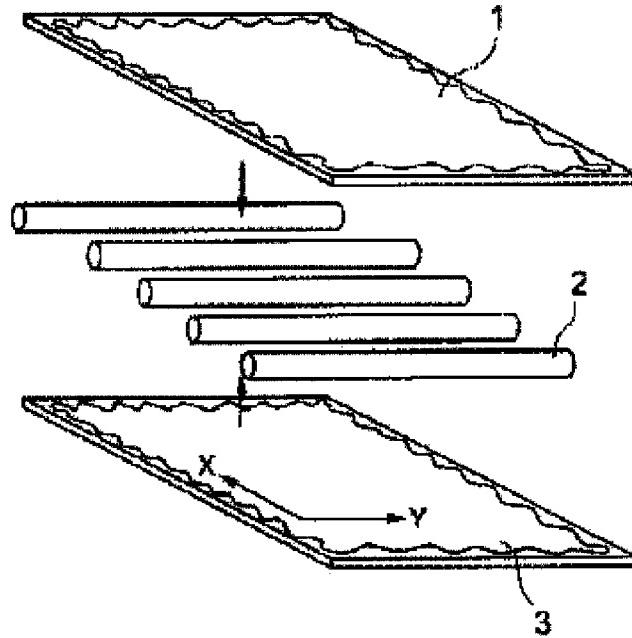
Application number: JP20000003894 20000112

Priority number(s): JP20000003894 20000112; JP19990252749 19990907

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2001147084

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin planar heat pipe and a wick which can efficiently cool the semiconductor chip or the like of an electronic apparatus, where the heat generation density increases rapidly, and its manufacture. **SOLUTION:** This wick consists of a plate material and line material wound on the plate material, which is stored in a container having a sealed and decompressed cavity for a thin planar heat pipe.



---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-147084

(P2001-147084A)

(43)公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51)Int.Cl.  
F 28 D 15/02

識別記号

F I  
F 28 D 15/02

テ-マコ-ト(参考)

101  
103

L  
101H  
103A  
103C  
103D

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-3894(P2000-3894)  
(22)出願日 平成12年1月12日 (2000.1.12)  
(31)優先権主張番号 特願平11-252749  
(32)優先日 平成11年9月7日 (1999.9.7)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

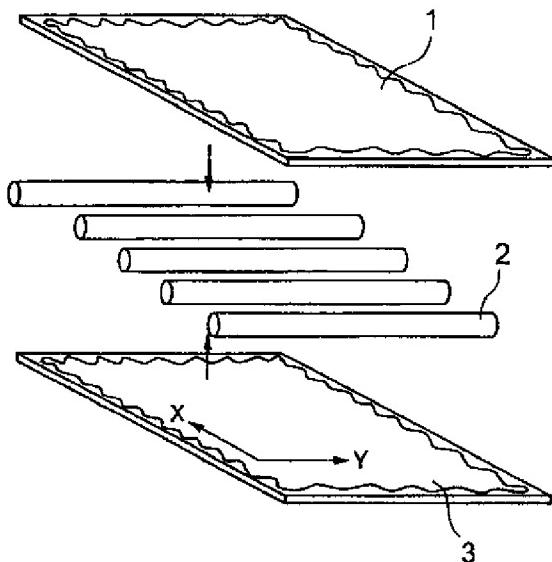
(71)出願人 000005290  
古河電気工業株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
(72)発明者 野田一  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内  
(74)代理人 100101764  
弁理士 川和 高穂

(54)【発明の名称】 ウイックおよび薄型平面型ヒートパイプ

(57)【要約】

【課題】発熱密度が飛躍的に増大する電子機器の半導体チップ等を効率的に冷却することができる薄型平面型ヒートパイプおよびウイック並びにその製造方法を提供する。

【解決手段】薄型平面型ヒートパイプの密閉減圧された空洞部を有するコンテナ内に収容される、平板材、および、平板材に巻き付けられた線材からなるウイック。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】薄型平面型ヒートパイプの密閉減圧された空洞部を有するコンテナ内に収容される、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイック。

【請求項2】前記平板材が、少なくとも一方に複数個の突起が設けられた相対する2枚の穿孔板を、前記突起の高さ分の間隙を有するように組み合わせて形成した穿孔板ユニットからなることを特徴とする、請求項1に記載のウイック。

【請求項3】下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプ

(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材と、(2) 前記線材とそれぞれ接し、前記線材を挟むように形成された、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材からなる、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体としての水。

【請求項4】下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプ

(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材と、前記線材と交叉するように配置された、同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された別の線材とからなる線材群と、(2) 前記線材群とそれぞれ接し、前記線材群を挟むように形成された、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材からなる、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、

(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体としての水。

【請求項5】下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプ

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容される、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【請求項6】下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプ

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記上板材または前記下板材の何れか一方の、前記コンテナ内に位置する面に、線材が配されて形成されたウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【請求項7】下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプ

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、前記上板材または前記下板材の一面に複数個の突起が設けられている、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容され、前記複数個の突起によって押圧され、前記コンテナの相対する内壁に固定されているウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【請求項8】前記ウイックは平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなっていることを特徴とする、

請求項7に記載の薄型平面型ヒートパイプ。

【請求項9】前記ウイックは積層メッシュからなっており、前記積層メッシュはそれぞれ同一平面上に位置し相互に交差する線材群からなっていることを特徴とする、請求項7に記載の薄型平面型ヒートパイプ。

【請求項10】前記ウイックは積層メッシュからなっており、前記積層メッシュは金網状に編み込まれた同一平面上に位置しない線材群からなっていることを特徴とする、請求項7に記載の薄型平面型ヒートパイプ。

【請求項11】下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプ

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容される、少なくとも一方に複数個の突起が設けられた相対する2枚の穿孔板を、前記突起の高さ分の間隙を有するように組み合わせて形成した穿孔板ユニットと、前記穿孔板ユニットに巻き付ける線材からなるウイックと、

(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【請求項12】前記ウイックの前記穿孔板ユニットの外側の両面にそれぞれ配された前記線材と交叉するように更に線材が配されていることを特徴とする、請求項11に記載の薄型平面型ヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器の冷却に用いる平面型ヒートパイプ、ウイック、および、その製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】年々増大する電子機器の半導体チップからの発熱を効率よく放熱する手段のひとつにヒートパイプがある。特に、ヒートパイプの中でも、チップ表面に対する受熱面の確保と熱の拡散の点から平面型ヒートパイプが着目されている。

【0003】ヒートパイプは、内部が中空である容器(コンテナ)からなっており、コンテナ内は減圧され真空状態であり、そこには適量の液体が作動流体として封入されている。容器外部のある箇所から受熱があったときには、受熱があった部分に存在する液体が蒸発して、

そこで蒸発潜熱を吸収する。蒸気は圧力差によって容器内に充満し、受熱部以外の箇所の容器の内面において凝縮し、そこで蒸発潜熱を放出する。凝縮した液体は、内部管壁にあらかじめ具備されたメッシュ、ワイヤーなどからなるウイックと呼ばれる液体還流機構によって蒸発部に戻り、再び受熱部で蒸発する。上述した循環を繰り返し、結果的に、容器全体に熱が拡散する効果がある。

【0004】図11に従来の平面型ヒートパイプを示す。図11に示す平面型ヒートパイプは、アルミニウム製押出成形によるコンテナ101からなっている。しかしながら、図11に示すコンテナは、アルミニウムによ

って成形することは可能であるが、銅によって上述したコンテナを成形することは困難である。一方、水は優れた作動流体である。しかしながら、アルミニウムによって成形されたコンテナにおいては、優れた作動流体として水を使用使用することができないという問題点がある。

【0005】上述した問題点を解決するために、図12に示すように、上板および下板からなるコンテナの空洞部にメッシュを挿入した平面型ヒートパイプが用いられている。図12に示すコンテナは優れた作動流体としての水を使用することができる銅によって成形することができる。しかしながら、図12に示す平面型ヒートパイプにおいては、メッシュをコンテナ内に安定して挿入することが困難であり、ヒートパイプの特性にばらつきが生じるという問題点がある。

【0006】更に、従来のメッシュ、編組、ワイヤーには次の問題点がある。即ち、図6に示すように、ワイヤーでは、環流方向が、その断面で幾何学的に鋭角の部分が、還流方向に一様に続いているので優れた環流が期待できる。しかし、ワイヤーをヒートパイプのコンテナ内に収納することは可能だとしてもこれを確実に壁面に固定することは構造的にきわめて困難であり、中空に浮いた状態では、ウィックの用をなさない。更に、平面型ヒートパイプにおいては、液環流方向は、一方向ではなく、ヒートパイプの置き方によっては、平面的にどの方向でも環流する事が要求される。

【0007】更に、メッシュや編組の場合、環流方向はワイヤーのように一様ではなく、必ず軸方向と交わる構成要素を持ち、これはむしろ軸方向の還流にとっては障害になる。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のウィックを使用した平面型ヒートパイプには、以下の問題点がある。即ち、上述したように、電子機器の半導体チップ等の冷却という技術分野においては、機器全体をコンパクト化し、実装密度を上げる傾向にあり、発熱密度は飛躍的に増大している。しかしながら、従来の方式のウィックでは十分に対応できない。

【0009】従って、この発明の目的は、発熱密度が飛躍的に増大する電子機器の半導体チップ等を効率的に冷却することができる薄型平面型ヒートパイプおよびウィック並びにその製造方法を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上述した従来の問題点を解決するために、発明者等は鋭意研究を重ねた。その結果、次の知見を得た。即ち、ウィックにおいて、重要なことは、十分な毛細管力を有することである。毛細管力は、通常メッシュなどを管壁に沿わせることによって得られるが、その断面で幾何学的に鋭角の部分が、還流方向に一様に続いているような構造が最も理想的である。即ち、一本のワイヤーを壁面に沿わせた場合、図6に示

10

20

30

40

50

すような断面形状になる。図6に示す場合において、還流に寄与するのは、Aの箇所である。メッシュであっても、編組であっても、微視的にはワイヤーの集合体であるから、ヒートパイプ壁面に固定することさえできれば、A部を有し、これが液環流に効果的である。

【0011】従って、コンテナを形成する壁面の一方に突起群を設け、突起群によってメッシュ等をコンテナの内壁に固定することによって、蒸気流路用空間が確保できるとともに、メッシュがコンテナの内壁に密着しているので、コンテナの内壁面とメッシュ構成材としての断面円形の線材とのなす角が鋭角であり、優れた液の環流効果があることを知見した。

【0012】更に、X方向およびY方向に格子状にワイヤーを組み合わせたメッシュを、コンテナの内壁に密着させることによって、コンテナの内壁面とメッシュ構成材の断面円形のワイヤーとのなす角が鋭角であり、優れた液の環流効果があることを知見した。

【0013】この発明は上述した知見等に基づいてなされたものであって、この発明のウイックの第1の態様は、薄型平面型ヒートパイプの密閉減圧された空洞部を有するコンテナ内に収容される、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイックである。

【0014】この発明のウイックの第2の態様は、前記平板材が、少なくとも一方に複数個の突起が設けられた相対する2枚の穿孔板を、前記突起の高さ分の間隙を有するように組み合わせて形成した穿孔板ユニットからなることを特徴とするものである。

【0015】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第1の態様は、下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプである。

(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材と、(2) 前記線材とそれぞれ接し、前記線材を挟むように形成された、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材からなる、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体としての水。

【0016】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第2の態様は、下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプである。

(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材と、前記線材と交叉するように配置された、同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された別の線材とからなる線材群と、(2) 前記線材群とそれぞれ接し、前記線材群を挟むように形成された、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材からなる、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体としての水。

【0017】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第3の態様は、下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプで

ある。

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容される、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【0018】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第4の態様は、下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプである。

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記上板材または前記下板材の何れか一方の、前記コンテナ内に位置する面に、線材が配されて形成されたウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【0019】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第5の態様は、下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプである。

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、前記上板材または前記下板材の一面に複数個の突起が設けられている、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容され、前記複数個の突起によって押圧され、前記コンテナの相対する内壁に固定されているウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。この発明の薄型平面型ヒートパイプの第6の態様は、前記ウイックは平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなっていることを特徴とする薄型平面型ヒートパイプである。この発明の薄型平面型ヒートパイプの第7の態様は、前記ウイックは積層メッシュからなっており、前記積層メッシュはそれぞれ同一平面上に位置し相互に交差する線材群からなっていることを特徴とする薄型平面型ヒートパイプである。この発明の薄型平面型ヒートパイプの第8の態様は、前記ウイックは積層メッシュからなっており、前記積層メッシュは金網状に編み込まれた同一平面上に位置しない線材群からなっていることを特徴とする薄型平面型ヒートパイプである。

【0020】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第9の態様は、下記部材からなる薄型平面型ヒートパイプである。

(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容される、少なくとも一方に複数個の突起が設けられた相対する2枚の穿孔板を、前記突起の高さ分の間隙を有するように組み合わせて形成した穿孔板ユニットと、前記穿孔板ユニットに巻き付ける線材からなるウイックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体。

【0021】この発明の薄型平面型ヒートパイプの第1

10 【0023】この発明のウイックのその他の態様は、前記ウイックの前記平板材は複数個の穿孔を有する穿孔板からなっていることを特徴とするものである。この発明のウイックのその他の態様は、前記穿孔板ユニットの外側の両面にそれぞれ配された前記線材と交叉するよう更に線材が配されていることを特徴とするものである。

【0024】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記線材と前記上板材または前記下板材との間、前記線材と前記別の線材との間、前記線材群と前記上板材または前記下板材との間に、更にメッシュを設けていることを特徴とするものである。

【0025】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記ウイックの前記平板材は、その端部に切り欠き又は支柱が設けられた丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記切り欠き又は支柱を折り返し点として巻き付けられて、前記平板材の一方の面に配されていることを特徴とするものである。

【0026】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記ウイックの前記平板材は、丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記平板材の両面に配されていることを特徴とするものである。

【0027】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記ウイックの前記平板材は複数個の穿孔を有する穿孔板からなっていることを特徴とするものである。

【0028】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記ウイックの前記平板材の前記一方の面または前記両面に配された前記線材と交叉するよう更に線材が配されていることを特徴とするものである。

【0029】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記上板材または前記下板材の少なくとも一方が、中央部に窪み部を有しており、前記上板材および前記下板材を組み合わせ、外周部を接合することによって、中央部に前記空洞部を備えた前記コンテナが形成されていることを特徴とするものである。

【0030】この発明の薄型平面型ヒートパイプのその他の態様は、前記ウイックの前記穿孔板ユニットは、丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記穿孔板ユニットの外側の両面に配されているこ

とを特徴とするものである。

【0031】この発明の薄型平面型ヒートパイプの製造方法の1つの態様は、下記ステップを備えた薄型平面型ヒートパイプの製造方法である。

(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材を準備し、(2) 前記線材とそれ接し、前記線材と接する部分にロウ材を塗布した、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材を、前記線材を挟むように配してコンテナを仮組み立て、

(3) 仮組み立てた前記コンテナを所定の温度に加熱して、前記線材、上板材および下板材が一体化した密閉コンテナを形成し、(4) 前記コンテナを減圧し、作動流体としての水を封入する

### 【0032】

【発明の実施の形態】この発明を図面を参照しながら説明する。この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材と、(2) 前記線材とそれ接し、前記線材を挟むように形成された、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材からなる、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体としての水とからなっている。

【0033】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材と、前記線材と交叉するように配置された、同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された別の線材とかなる線材群と、(2) 前記線材群とそれぞれ接し、前記線材群を挟むように形成された、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材からなる、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体としての水とからなっていてもよい。

【0034】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、前記線材と前記上板材または前記下板材との間、前記線材と前記別の線材との間、前記線材群と前記上板材または前記下板材との間に、更にメッシュを設けてよい。

【0035】上述したこの発明の薄型平面型ヒートパイプの態様について、以下に更に詳細に説明する。図1に示すように、複数本の棒材2を例えば平行に並べ、あらかじめ接触部分にロウ材を塗布し、平行に並べた棒材を2枚の銅製の薄平板1、3で挟み込んで、炉に流せば、材質をアルミニウムに限定しないで、実質的に図9に示したタイプのコンテナが得られる。最も外側に位置する棒材は、コンテナの外壁を形成するので、この部分は丸材の代わりに角材を用いることもできる。

【0036】上述したこの発明のコンテナによると、図11に示す従来のコンテナにおいては仕切部材が垂直に立ち上がっているのに対して、丸棒2の円弧と平板1、

10

20

30

30

40

50

3とのなす角が鋭角であるので、丸棒2自体がウィックとして機能するので、部品数が少くなり有利である。更に、図11に示す従来の押出成形材の場合には、X方向(コンテナの仕切部材を横断する方向)の伝熱は、Y方向(コンテナの仕切部材に沿った方向)の伝熱に比して劣る。これに対して、上述した本発明のコンテナにおいては、例えば図2(b)に示すように、棒材2を断続的に配することによって、Y方向と共にX方向の伝熱特性も向上することができる。その際には、図4に示すように、一方側の板材7と棒材9との間にメッシュ8を挟み込むことによって、コンテナに所要の強度を付与することができる。

【0037】図3に示すように、平行に配置した2群の棒材5を交差させるように配置し、板材4、6によって挟んで形成した薄型平面型ヒートパイプのコンテナにおいては、棒材の配置を断続的に行うことなく、XおよびY方向の両方向に空間がつながる。更に、上述したように、図4に示す、平行に配置された棒材群9と平板7との間にメッシュを挟み込んだ構造においては、棒材9はウィックの一部として機能すると同時に、主たるウィックであるメッシュ8を一方の板材7の面に固定して、蒸気流路を確保する役割を果たす。

【0038】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの他の1つの態様は、(1) 銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、前記上板材または前記下板材の一面に複数個の突起が設けられている、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2) 前記コンテナ内に収容され、前記複数個の突起によって押圧され、前記コンテナの相対する内壁に固定されているウィックと、(3) 前記コンテナ内に収容される作動流体とからなっていてもよい。

【0039】図5に示すように、2枚の平板の一方の平板1-1に複数の突起1-2を設け、2枚の平板を向かい合わせて一つの容器を形成する。その場合、一方の平板1-1の中央部が窪んだ形状に形成すると、その窪みが容器の内部空間を形成する。特に要求される容器の仕様がきわめて薄型である場合には、プレス成形によりこの窪みは容易に形成することができる。その際、上述した突起1-2も、窪みの形成と同時に形成することができる。突起1-2は、例えば正三角形配列によって、平板1-1の窪み部の全面に設ける。突起の形状は例えば円柱状でも、四角柱状でもよい。突起の高さは、容器内の一方の板材と他方の板材との間隙の幅と、容器内に収納される積層メッシュの厚さとの差になるように設定しておくといい。

【0040】上述したように、窪みおよび突起が加工された2枚の平板1-1、1-4を組み合わせ、平板の間に積層メッシュ1-3を挟み込み、そして、ロウ付けによって外周部を密閉する。外周部の一部に細管を挟み込んでおき、その部分において、注液、脱気、封じ切りを行つ

て、薄型平面型ヒートパイプを形成する。突起12は、メッシュ抑えとして機能するとともに、それによって、蒸気流が通過するための蒸気流路空間が確保される。また、ウイックとして最も作動液の還流に寄与するメッシュの部分は、上述したように、コンテナの内壁面と断面形状が円形のメッシュを構成する線材とのなす鋭角の部分である。この発明の平面型ヒートパイプによると、メッシュは、突起によって確実に壁面に密着しているので、作動液の還流効果も向上する。ウイックの構造は、メッシュのみならず、線材群、編組群からなっていても、上述したと同様の効果が得られる。

【0041】また、上述した突起群とは別に、容器内の一方の平板と他方の平板との間隙幅と同等の高さの第2の突起群を設け、このように設けた第2の突起群を、コンテナの補強材として機能させると、コンテナの強度が高まり望ましい。この第2の突起群の配列の密度は、第1の突起群のそれよりも粗でよい。ただし、ウイック構造がメッシュからなっている場合には、第2の突起群の配列、形状に対応する配列、形状で、あらかじめ積層メッシュに穿孔を形成しておくとよい。この場合には、2枚の平板によってウイック構造を挟み込んだときに、これら第2の突起群の先端部は、もう一方の平板の面に接触する。その箇所も外周部と同様にロウ付けを行うことによって、ヒートパイプの内圧が、大気圧より大きくなつた場合においても、コンテナの壁面の変形を抑制することができる。

【0042】次に、この発明のウイックの1つの態様について説明する。この発明のウイックの1つの態様は、薄型平面型ヒートパイプの密閉減圧された空洞部を有するコンテナ内に収容される、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイックである。更に、この発明のウイックの1つの態様は、前記平板材が、少なくとも一方に複数個の突起が設けられた相対する2枚の穿孔板を、前記突起の高さ分の間隙を有するように組み合わせて形成した穿孔板ユニットからなっていてよい。更に、この発明のウイックの1つの態様は、前記ウイックの前記平板材は、その端部に切り欠き又は支柱が設けられた丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記切り欠き又は支柱を折り返し点として巻き付けられて、前記平板材の一方の面に配されていてよい。更に、この発明のウイックの1つの態様は、前記ウイックの前記平板材は複数個の穿孔を有する穿孔板からなっていてよい。更に、この発明のウイックの1つの態様は、前記穿孔板ユニットの外側の両面にそれぞれ配された前記線材と交叉するように更に線材が配されていてよい。

【0043】次に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの更に別の態様について説明する。この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、(1)銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によっ

て形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2)前記コンテナ内に収容される、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイックと、(3)前記コンテナ内に収容される作動流体とからなつていてよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、(1)銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2)前記上板材または前記下板材の何れか一方の、前記コンテナ内に位置する面上に、線材が配されて形成されたウイックと、(3)前記コンテナ内に収容される作動流体からなつていてよい。

【0044】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、(1)銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、前記上板材または前記下板材の一面に複数個の突起が設けられている、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2)前記コンテナ内に収容され、前記複数個の突起によって押圧され、前記コンテナの相対する内壁に固定されている、平板材および前記平板材に巻き付けられた線材からなるウイックと、(3)前記コンテナ内に収容される作動流体とからなつていてよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの1つの態様は、(1)銅製の薄板からなる上板材、および、銅製の薄板からなる下板材によって形成され、密閉減圧された空洞部を有するコンテナと、(2)前記コンテナ内に収容される、少なくとも一方に複数個の突起が設けられた相対する2枚の穿孔板を、前記突起の高さ分の間隙を有するように組み合わせて形成した穿孔板ユニットと、前記穿孔板ユニットに巻き付ける線材からなるウイックと、(3)前記コンテナ内に収容される作動流体とからなつていてよい。

【0045】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記ウイックの前記穿孔板ユニットの外側の両面にそれぞれ配された前記線材と交叉するように更に線材が配されていてよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記ウイックの前記平板材は、その端部に切り欠き又は支柱が設けられた丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記切り欠き又は支柱を折り返し点として巻き付けられて、前記平板材の一方の面に配されていてよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記ウイックの前記平板材は、丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記平板材の両面に配されていてよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記ウイックの前記平板材は複数個の穿孔を有する穿孔板からなつてもよい。

【0046】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記ウイックの前記平板材の前記一方の面または前記両面に配された前記線材と交叉するように更に線材が

配されていてもよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記上板材または前記下板材の少なくとも一方が、中央部に窪み部を有しており、前記上板材および前記下板材を組み合わせ、外周部を接合することによって、中央部に前記空洞部を備えた前記コンテナが形成されていてもよい。更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプは、前記ウイックの前記穿孔板ユニットは、丸形または四角形以上の多角形状からなっており、前記線材が前記穿孔板ユニットの外側の両面に配されていてもよい。

【0047】更に、この発明の薄型平面型ヒートパイプの製造方法は、下記ステップを備えた薄型平面型ヒートパイプの製造方法である。

(1) 同一平面上に所定の間隔をおいて相互に平行に配置された金属製の線材を準備し、(2) 前記線材とそれぞれ接し、前記線材と接する部分にロウ材を塗布した、相対する銅製の薄板からなる上板材および下板材を、前記線材を挟むように配してコンテナを仮組み立て、

(3) 仮組み立てた前記コンテナを所定の温度に加熱して、前記線材、上板材および下板材が一体化した密閉コンテナを形成し、(4) 前記コンテナを減圧し、作動流体としての水を封入する

【0048】上述した、この発明の薄型平面型ヒートパイプの更に別の態様について、以下に更に詳細に説明する。即ち、作動液として水を使用することができる銅材をコンテナおよびウイック材料として選択した場合、0.5mmφ以下の銅製ワイヤーを現実にコンテナの管壁に沿わせることは困難である。従って、この発明においては、上述したワイヤーを沿わせるための支持材料として、銅の薄板を用い、銅製の薄板にワイヤーを巻き付けたものを、ウイックとしてコンテナ内に敷き詰める方式である。

【0049】例えば、方形の銅の薄板の向かい合う短辺間にワイヤーを渡し、薄板の表面から裏面、更に、再度表面、裏面と、ワイヤーを確密に巻きつける。この際、ワイヤーの端部は、薄板の角に設けられた切り欠き等に絡げて固定される。このようにして、同一方向に最良の液環流機構を具備した板状のウイックが得られる。このように得られたウイックは、これをメッシュと同様に、ヒートパイプ容器の中に取り込んでもよく、更に、図5に示すように、容器の一方の内壁面に突起群12を設けて、もう一方の壁面にワイヤーを巻き付けた平板を押さえつけててもよい。

【0050】なお、図5において、ウイックとして更にメッシュ形状のウイックを用いてもよい。即ち、図9に示すように、ウイックは積層メッシュからなっており、積層メッシュはそれぞれ同一平面上に位置し相互に交差する線材群31、32からなっていてもよい。更に、図10に示すように、ウイックは積層メッシュからなっており、積層メッシュは金網状に編み込まれた同一平面上

に位置しない線材群41、42からなっていてもよい。上述した積層メッシュは、平板に巻き付けられた線材からなるウイックに比べて、組立が容易であるという利点がある。

【0051】ウイックの収納方式としては、上板材、下板材および側板材の6面からなる板材を組み合わせたコンテナ構造でも可能であるが、ヒートパイプが非常に薄型である場合には、一方の板材を鍋蓋のように窪ませた2枚の平板を組み合わせる構造でもよい。ただし、その場合には、薄板銅板の両面に巻き付けられたワイヤーの一方の面に配置されたワイヤーには、蒸気が供給されず、蒸気の凝縮が生じないので、意味のないデッドスペースになるおそれがある。平面型ヒートパイプに要求されている機能の一つに薄肉化があり、デッドスペースはない方がよい。薄板銅板の短辺には、切り欠きを適當なピッチで設け、それを折り返し箇所として、薄板銅板の片面にのみワイヤーを配することも可能であり、この場合には、上述したデッドスペースをなくすことができる。

【0052】また片面にのみワイヤーが配されているときは、この薄板を、ヒートパイプコンテナの壁面の一つとして用いると、部品数が少なくなつて、より効率的である。ワイヤーが巻き付けられる上述した薄板は、通常の平板からなっているが、その代わりに、穿孔板(パンチドメタル)を用いることができる。この場合には、ワイヤーを表裏に巻いた場合においても、上述した片側のワイヤー群の配置される空間はデッドスペースとはならず、蒸気は、表裏の両面で凝縮し、どちらも液還流路として利用することができる。

【0053】また、ワイヤーを一方向に巻いた場合には、環流機能は一方向にのみ有効で、平面型ヒートパイプとしての機能が限定されてしまう。従って、作動液の還流の二次元化(縦方向および横方向)を意図して、穿孔板の短辺間に渡すように第1のワイヤーを巻いた後に、第2のワイヤーを長辺間に渡すように巻き、第1および第2のワイヤーの両者を穿孔板上で交差させる方法がある。これは、一見メッシュと同様の機能を果たすに過ぎないと見えるが、実際の効果は全く異なる。

【0054】即ち、メッシュの場合、単線が壁面に沿って延び、別の単線がそれとクロスするので、単線が常に壁面と接しない。一方、この発明においては、ワイヤーが壁面と接する図6に示すA部は、常に壁面と密着している。換言すれば、この発明においては、ワイヤーによって形成される、いわゆる直通流路が2階建てに構成されている構造からなっている。この例を図7に示す。図7において、窪みを有する上平板15の内面には突起17が形成され、そして、穿孔板18に、X方向のワイヤー19とY方向のワイヤー20とが配置されているウイックが突起によって、他方の平板16の内壁に押し付けられている。

【0055】しかし、これはメッシュの例である図5に示す場合にも言えるが、こういった蒸気流路確保型のウイックにおいては、ウイック抑えのある上板の方は、ただ蒸気が凝縮するだけで、その還流に寄与する構造は設けられていない。従って、穿孔板によってワイヤーを固定する上述した方式を更に効果的にするために、穿孔板2枚によって、一方の穿孔板と他方の穿孔板の間に所定の蒸気流路を有する穿孔板ユニットを形成し、更に、このように形成した穿孔板ユニットの外側にワイヤーを巻き付けるとよい。これによって、スペースを有効に活用し、穿孔板の両面に同一機能を付与することができる。

【0056】図8において、2枚の穿孔板23の一方に(図示しない)突起群を設けて、これら2枚の穿孔板を組み合わせて穿孔板ユニットを形成し、該穿孔板ユニットの両外側にそれぞれワイヤー22をX方向に巻き付けてから、その上から更にワイヤー24をY方向に巻き付ける。次いで、このように形成されたウイック全体を上平板材21、下平板材25からなる筐体(コンテナ)の中に収納する。この際、穿孔板の2枚分の板厚、穿孔板の間隙(突起高さ)及びワイヤー4層分の総和を、筐体の内部空間高さとして設定しておけば、外側ワイヤー群(Y方向)24は筐体内壁21、25に密着する。また内側ワイヤー群(X方向)22は穿孔板23に密着する。2枚の穿孔板の間の間隙によって蒸気流路は確保され、穿孔板の穴を通して、ワイヤー群上において蒸気は凝縮する。かくして、平面型ヒートパイプの上面、下面とも、X方向、Y方向の両方向において、直通還流路からなるウイック構造を有し、かつ、蒸気流路が確保されている優れた構造を、本発明によって提供することができる。

### 【0057】

#### 【実施例】実施例1

本発明の1つに従って、厚さ0.2mm×横20mm×縦50mmの銅板2枚と、0.2mmφ×長さ50mmの銅線を10本、及び#200スクリーンメッシュ4枚を用いて、平面型ヒートパイプのコンテナを次の通り形成した。一方の銅板の上に銅線を2mmピッチで平行に配置し、4枚重ねのメッシュを、配置した銅線と、他方の銅板との間に挟んだ。銅線及び各メッシュの端部はあらかじめロウ材を塗布しておいた。銅板の端部には、シール用の角材を配した。このように形成した、中に銅線およびメッシュを配置した銅板全体を固定治具で挟み、その状態で炉に流した。

【0058】更に、あらかじめ、コンテナ内から外に突き出す形で細径銅管を挟んでおき、これを用いて、脱気、注液を行って、横20mm×縦50mm×厚さ1mmの超薄型平板型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。

### 【0059】実施例2

下記を除いて、上述した実施例1と同様の材料を使用し、同様の加工を行って平面型ヒートパイプのコンテナを形成した。即ち、4枚のメッシュは、2枚づつに分けた。平行に配置した銅線群を2枚づつに分けたメッシュで挟み、さらに、このようにメッシュに挟まれた銅線群を、更に、その外側から2枚の銅板が挟み込んで、横20mm×縦50mm×厚さ1mmの超薄型平板型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。

### 【0060】実施例3

本発明の1つに従って、厚さ0.2mm×横40mm×縦60mmの銅板2枚と、直径0.3mmφ×長さ60mmの銅線を36本、0.3mmφ×長さ40mmの銅線を56本を調製して、図3に概略示すような、薄型平板型ヒートパイプを次の通り作製した。銅板4の上に銅線5を1mmピッチで平行に配置した。銅線には、あらかじめロウ材を塗布しておいた。なお、銅線は、上述した長さに切断する前に、固定治具で束ねて張力をかけ、そして、その下に配置した銅板の端部に圧着して、ユニットを形成した。

【0061】このような方法で銅板4、6の上に銅線5が配列された2つのユニットを、銅線の軸方向が直交するように向かい合わせ、更に、銅板の端部にはシール用の角材を配し、実施例1と同様にして、ロウ付けによって一体化した。更に、あらかじめ、コンテナ内から外に突き出す形で細径銅管を挟んでおき、これを用いて、脱気、注液を行って、横40mm×縦60mm×厚さ1mmの超薄型平板ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。

### 【0062】実施例4

本発明の1つに従って、厚さ0.2mm×横25mm×縦50mmの矩形の銅板において、外周2mm幅を残した中央部に約0.8mmの段差の窪みを形成した。ただし、矩形の銅板の4つの角の1つにおいて、外周部には外部につながる通路を形成した。その通路は幅1mmで、高さは、中央部の窪みと同じ高さを有する。通路と銅板の辺とのなす角は、45°であった。このような形状をプレス加工で形成した。一方、上述した銅板と同一サイズの別の銅板に、高さ0.4mm、径1mmφの円柱状の突起を3mm間隔の正方形配列で形成した。これもプレス加工によって成形した。

【0063】ウイック構造として、20mm×45mmのサイズのメッシュ(#120)を4枚用意し、そのメッシュを上述した銅板の窪み部に4枚重ねてはめ込んだ。銅板の外周2mm幅の部分にロウ材を置き、かかる後、別の銅板をその上に被せ、全体をクリップで固定し、炉に流して、一体化した。0.8mm×1mmの通路の開口部から

注射針で水を注入し、沸騰法によりヒートパイプ化した。このようにして、外形厚さ1.2mm x 横25mm x 縦50mmの超薄型平面型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。

#### 【0064】実施例5

本発明の1つにしたがって、厚さ0.2mm x 横50mm x 縦100mmの矩形の銅板に外周2mm幅を残した中央部を1mmほど段差をつけて窪ませた。また、その中央部に高さ1mm、径3mm  $\phi$  の円柱状の突起群を10mm間隔の正方形配列で形成した。このような形状をプレス加工で成形した。一方、上述した銅板と同一サイズの別の銅板に、高さ0.5mm、径3mm  $\phi$  の円柱状の突起を5mm間隔の正方形配列で形成した。これもプレス加工によって成形した。

【0065】ウィック構造として、45mm x 95mmのサイズのメッシュ(#200)を6枚用意し、重ね合わせて、これにも銅板に形成された円柱状の突起と対応するように3mm  $\phi$  の穴を10mmピッチで穿孔した。そのメッシュを銅板の突起に6枚重ねて挿入した。銅板の外周及び突起の頂点にロウ材を置き、しかる後、別の銅板をその上に被せ、全体をクリップで固定し、炉に流して、一体化した。1mm x 1mmの開口部から注射針で水を注入し、沸騰法によりヒートパイプ化した。このようにして、外形厚さ1.4mm x 横50mm x 縦100mmの超薄型平面型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。

#### 【0066】実施例6

本発明の1つに従って、厚さ0.2mm x 横25mm x 縦70mmの矩形の銅板の、外周2mm幅の箇所を除いた残りの21mm x 66mmの部分について、短辺であるところの21mmの2辺に沿って、高さ0.8mm、0.2mm  $\phi$  の円柱状のダボを0.5mmピッチで40個設け、これを折り返し点として、0.2mm  $\phi$  の銅線を銅板の片側に巻き付けた。巻き始めと巻き終わりは、最も端部のダボに絡げておいた。一方、これとは別に厚さ0.2mm x 横25mm x 縦70mmの矩形の別の銅板について、外周2mm幅を残した中央部を0.6mm段差をつけて窪ませた。ただし、外周の4つの角の内の一つには、中央部と同じ高さで、中央部から続く幅1mmの通路を辺に対して45°の角度で形成しておいた。このような形状をプレス加工で成形した。

【0067】銅板の外周2mm幅の部分にロウ材を置き、しかる後、別の銅板をその上に被せ、全体をクリップで固定し、炉に流して、一体化した。形成した上述した1mm x 0.6mmの通路の開口部から注射針で水を注入し、沸騰法によりヒートパイプ化した。このようにして、外形厚さ1.0mm x 横25mm x 縦70mmの超薄型平面型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ

効率的な冷却ができた。

#### 【0068】実施例7

本発明の1つにしたがって、2mmピッチの正方形配列で1mm  $\phi$  の孔が穿たれた厚さ0.2mm x 横20mm x 縦65mmの穿孔銅板に、0.2mm  $\phi$  の銅線を巻き付けた。巻き付け方としては、穿孔板の短辺であるところの20mmの2つの辺の間を、0.5mmピッチで、穿孔板の表裏を通して、合計38ターン巻き付けた。巻き始めと巻き終わりは、正方配列の最も端部の孔に絡げておいた。一方、これとは別に厚さ0.2mm x 横25mm x 縦70mmの矩形の銅板の、外周2mm幅を残した中央部を1.0mm段差をつけて窪ませた。ただし、外周の4つの角の内一つには、中央部と同じ高さで、中央部から続く幅1mmの通路を辺に対して45°の角度で形成しておいた。このような形状をプレス加工で成形した。銅板と同一サイズの別の銅板に対し、高さ0.4mm、径1mm  $\phi$  の円柱状の突起を3mm間隔の正方形配列で形成した。これもプレス加工によって成形した。

【0069】銅板の窪み部に、ウィック構造として、最初のワイヤーを巻き付け済み穿孔板をはめ込んだ。さらに、銅板の外周2mm幅の部分にロウ材を置き、しかる後、別の銅板をその上に被せ、全体をクリップで固定し、炉に流して、一体化した。上述した1mm x 1mmの通路の開口部から注射針で水を注入し、沸騰法によりヒートパイプ化した。このようにして外形厚さ1.4mm x 横25mm x 縦70mmの薄型平面型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。

#### 【0070】実施例8

本発明の1つに従って、2mmピッチの正方形配列で1mm  $\phi$  の孔が穿たれた厚さ0.1mm x 横20mm x 高さ65mmの穿孔銅板Aと、同じく2mmピッチの正方形配列で1mm  $\phi$  の孔が穿たれ、かつ、10mmピッチで1mm  $\phi$  、0.2mm高の円柱状のダボを立てた穿孔銅板Bを、ダボを内側にして、重ね合わせて、穿孔板ユニットを形成した。この穿孔板ユニットに対し、0.2mm  $\phi$  の銅線を巻き付けた。巻き付け方としては、穿孔板ユニットの長辺であるところの65mmの2つの辺の間を、1mmピッチで穿孔板の表裏を通して合計62ターン巻き付けた。さらにその上から、短辺であるところの20mmの2つの辺の間を、0.5mmピッチで、穿孔板の表裏を通して合計38ターン巻き付けた。巻き始めと巻き終わりは、正方配列の最も端部の孔に絡げておいた。

【0071】一方、これとは別に厚さ0.2mm x 横25mm x 縦70mmの矩形の銅板の、外周2mm幅を残した中央部を1.2mm段差をつけて窪ませた。ただし、外周の4つの角の内の一つには、中央部と同じ高さで、中央部から続く幅1mmの通路を辺に対して45°の角度で形成しておいた。このような形状をプレス加工で成形した。銅板の窪み部に、ウィック構造として、最初のワイヤー巻き付

け済み穿孔板ユニットをはめ込んだ。さらに、銅板の外周2mm幅の部分にロウ材を置き、かかる後、銅板と同一サイズのただの平板であるところの別の銅板をその上に被せ、全体をクリップで固定し、炉に流して、一体化した。

【0072】上述した1mm×1.2mmの通路の開口部から注射針で水を注入し、沸騰法によりヒートパイプ化した。このようにして、外形厚さ1.6mm×横25mm×縦70mmの薄型平面型ヒートパイプを作製した。このように作製した超薄型平板型ヒートパイプを使用してチップの冷却を行ったところ効率的な冷却ができた。 10

#### 【0073】

【発明の効果】この発明によると、実質的に多孔形状の平面型ヒートパイプ容器を水を作動液として使用できる銅材で作製することができた。更に、メッシュを内壁に固定することにより、蒸気流路を安定して確保することができた。更に、メッシュを使用せず、ワイヤーのみによるウイック構造を提供することができる。これらを簡便に量産する方法を提供することができる。

【0074】更にこの発明によると、従来の単にメッシュを収納しただけのものに比して、蒸気用流路が確保され、かつメッシュが内壁面に確実に接しているため、最大熱輸送量が倍増した。更に、内圧によって変形することのない超薄型の平面型ヒートパイプが得られた。更に、平面型ヒートパイプにおいて、ワイヤーを確実にコンテナ内面に固定することが出来た。ウイック構造としてワイヤーの長所を損なわずに、メッシュと同様にX方向、Y方向とも液の還流が可能な方式を提供することができる。更に、この発明によると、蒸気用流路を確保し、かつ、平面型ヒートパイプの上面、下面とも優れたウイック構造を具備する平面型ヒートパイプを提供することができる。 20

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の板型ヒートパイプの1つの態様を分解して説明する図である。

【図2】図2は、図1における線材の他の配置要領を示す図である。

【図3】図3は、本発明のウイックの1つの態様を示す図である。

【図4】図4は、本発明のウイックの他の態様を示す図である。

【図5】図5は、本発明の板型ヒートパイプの1つの態様を示す図である。

【図6】図6は、コンテナの1つの板材と線材の接触部分を示す断面図である。

【図7】図7は、本発明の板型ヒートパイプの他の態様を示す図である。

【図8】図8は、本発明のウイックの他の態様を示す図である。

【図9】図9は、積層メッシュからなるウイックの1つの態様を示す図である。

【図10】図10は、積層メッシュからなるウイックの他の態様を示す図である。

【図11】図11は、従来のアルミニウム製のコンテナを示す図である。

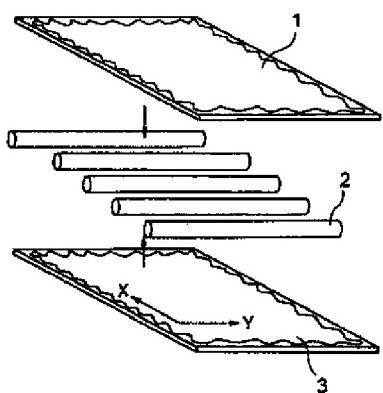
【図12】図12は、従来のヒートパイプの断面を示す図である。

【図13】図13は、従来の他のヒートパイプの断面を示す図である。

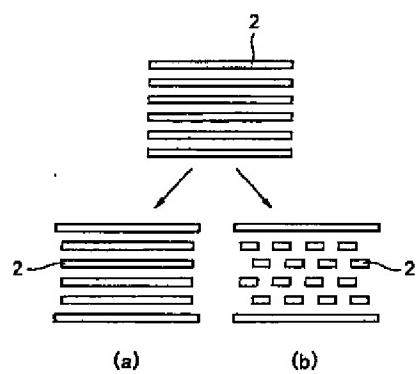
#### 【符号の説明】

- 1 銅製の薄平板
- 2 棒材
- 3 銅製の薄平板
- 4 板材
- 5 棒材
- 6 板材
- 7 板材
- 8 メッシュ
- 9 棒材
- 10 板材
- 11 平板
- 12 突起
- 13 積層メッシュ
- 14 平板
- 15 上平板
- 16 平板
- 17 突起
- 18 穿孔板
- 19 ワイヤー
- 20 ワイヤー
- 21 上平板材
- 22 ワイヤー
- 23 穿孔板
- 24 ワイヤー
- 25 下平板材
- 26 ワイヤー
- 27 板材
- 31、32、41、42 線材
- 101 アルミニウム製押出成形によるコンテナ
- 102 コンテナ
- 103 メッシュ
- 104 上板材
- 105 下板材
- 106 メッシュ

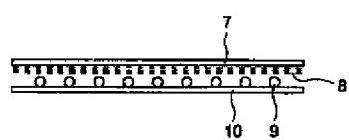
【図1】



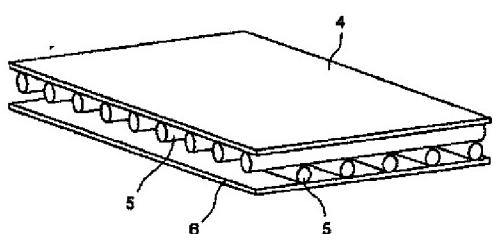
【図2】



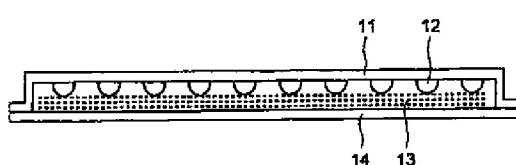
【図4】



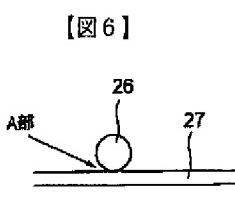
【図3】



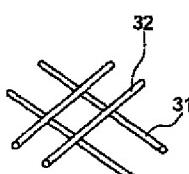
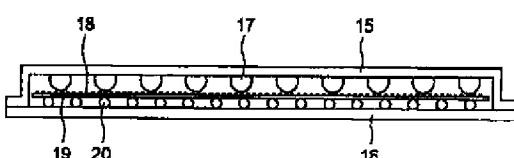
【図5】



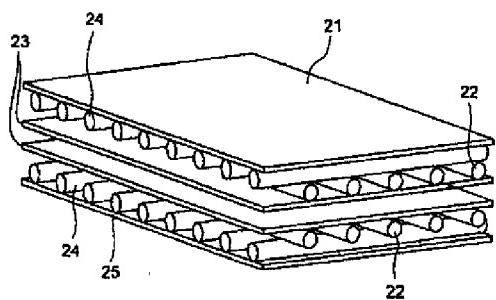
【図9】



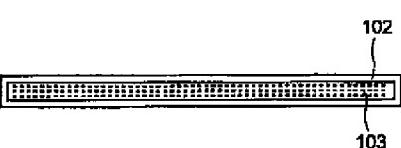
【図7】



【図10】

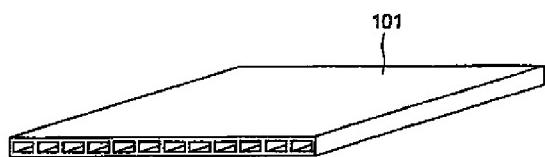


【図12】



【図8】

【図11】



【図13】

